

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-132573

(43)Date of publication of application : 22.05.1998

(51)Int.Cl.

G01C 19/56

G01P 9/04

H03H 3/02

H03H 9/17

(21)Application number : 08-305945

(71)Applicant : KINSEKI LTD

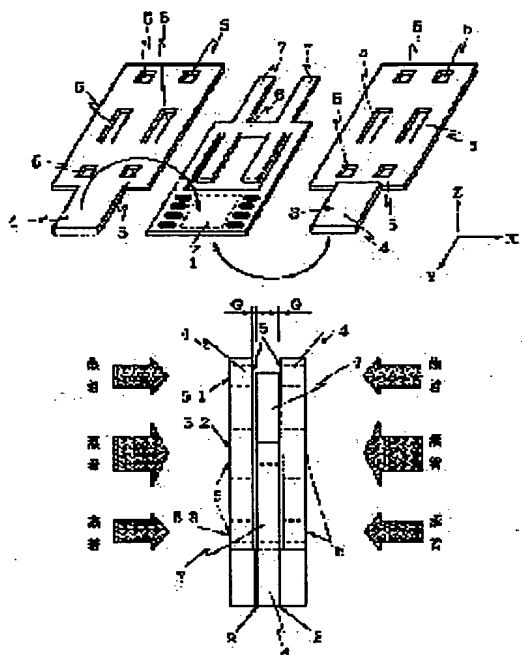
(22)Date of filing : 31.10.1996

(72)Inventor : HANJI MOTOYASU

(54) FLEXIBLE VIBRATING PIEZOELECTRIC OSCILLATOR AND METHOD OF REGULATING IT**(57)Abstract:**

PROBLEM TO BE SOLVED: To improve the detecting precision and sensitivity by integrally sticking a support part and a mask plate on both sides in the thickness direction of a flexible vibrating piezoelectric oscillator with a prescribed space, and providing a through-hole in the position of the mask plate where the arm part of the piezoelectric oscillator is situated.

SOLUTION: A support part 1 and a mask plate 4 are integrally stuck to both sides in thickness direction of an H-shaped flexible vibrating piezoelectric oscillator 6 by use of an adhesive 2. The piezoelectric oscillator 6 and the mask plate 4 keep a gap G so as not to prevent the excitation of the piezoelectric oscillator 6. A through-hole 5 situated in the arm part 7 of the piezoelectric oscillator 6 is provided on the stuck mask plate 4. The same metal material as the exciting electrode of the piezoelectric oscillator 6 is independently evaporated from Z-axial direction which is the thickness direction of the piezoelectric oscillator 6 to add a mass to the arm part 7 of the piezoelectric oscillator 6 in such a manner as to be well-balanced, whereby the vibrating attitude of the piezoelectric oscillator 6 can be corrected. Thus, an unstable factor of vibrating attitude caused by the crystalline structure of the oscillator itself, a failure in working precision, or degenerate phenomenon of vibration can be corrected.

**LEGAL STATUS**

[Date of request for examination] 26.06.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 25.02.2003

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-132573

(43) 公開日 平成10年(1998) 5月22日

(51) IntCl.⁵

識別記号

F I

G 0 1 C 19/56

G 0 1 C 19/56

G 0 1 P 9/04

G 0 1 P 9/04

H 0 3 H 3/02

H 0 3 H 3/02

B

9/17

9/17

A

審査請求 未請求 請求項の数 2 F D (全 4 頁)

(21) 出願番号 特願平8-305945

(71) 出願人 000104722

(22) 出願日 平成8年(1996)10月31日

キンセキ株式会社

東京都狛江市和泉本町1丁目8番1号

(72) 発明者 判治 元康

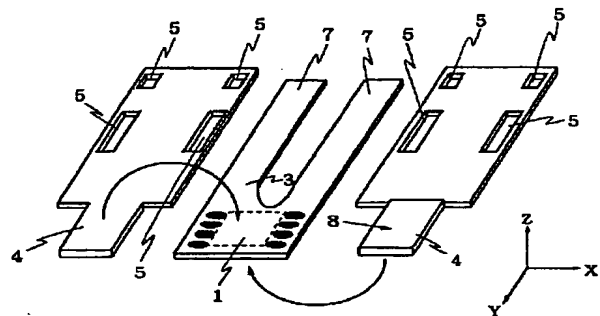
東京都狛江市和泉本町1丁目8番1号 キンセキ株式会社内

(54) 【発明の名称】 屈曲振動圧電振動子及びその調整方法

(57) 【要約】

【目的】 屈曲振動圧電振動子を用いた角速度検出器において、より高精度で小型化した検出器の製造を目的とする。

【構成】 屈曲振動圧電振動子の厚み方向の両側に、マスク板を設けて貼り合わせ一体構造にし、該屈曲振動圧電振動子の圧電振動子のアーム部、中心部分に位置するマスク板に貫通穴を設け、このマスク板の貫通穴から質量変動法により、屈曲振動圧電振動子の部分質量を表裏、左右変化されることにより、元来持つ振動子自体の結晶構造上、エッチング加工などによる製造問題上で発生する不安定な振動姿態を修正することで、極小形状ながら安定した振動姿態で、確実な加速度の検出が得られた。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 Y軸方向を長手方向、Z軸方向に厚み寸法を持ち励振電極を備えた屈曲振動圧電振動子において、

該屈曲振動圧電振動子の厚み方向（Z軸方向）の両側に該屈曲振動圧電振動子の支持部とマスク板とを間隔を設けて貼り付け一体にし、該マスク板の該屈曲振動圧電振動子各アーム部の位置する場所に貫通穴があることを特徴とする屈曲振動圧電振動子。

【請求項2】 Y軸方向に長手方向、Z軸方向に厚み寸法を持ち励振電極を備えた屈曲振動圧電振動子において、

該屈曲振動圧電振動子の厚み方向（Z軸方向）の両側に該屈曲振動圧電振動子の支持部とマスク板とを間隔を設けて貼り付け一体にし、該マスク板の該屈曲振動圧電振動子の各アーム部と位置する場所の貫通穴から、該屈曲振動圧電振動子の表裏、左右を別々に部分蒸着、またはトリミングを行うことにより該屈曲振動圧電振動子のそれぞれのアーム及びアーム間の質量バランスをとることを特徴とする屈曲振動圧電振動子の調整方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 屈曲振動をする圧電振動子を利用してコリオリの力により角速度を検出する角速度センサーに関する。

【0002】

【従来の技術】 回転中心軸（Y軸）に直角の方向たとえばX軸に平行に振動している振動子がY軸を中心に回転すると、X軸に直角なZ軸方向にコリオリの力が生じZ軸方向にも振動をはじめる。このコリオリの力（Fc）は1式で表されるように（回転）角速度に比例することから、屈曲振動のX軸方向の固有周波数 f_x と、Z軸方向の固有周波数 f_z を近似させておけば、コリオリの力の撓み変位量として間接的に、圧電振動子の圧電効果による電荷量変化や、相対する電極間の容量変化などを測定することにより、振動子のY軸方向の回わりに作用した回転角速度の大きさを効率的に求めることができる。

【0003】 $F_c = 2mV\Omega$ …… 1式

ただし、m：質量

V：振動の速度

Ω ：（回転）角速度

これらの特性を利用することで、振動する振動子を角速度検出用素子として車両や航空機などに搭載し、その走行あるいは飛行軌跡を記録したり、旋回時に発生するヨーレイトを検出することが行われている。また、この角速度検出素子をロボットに搭載して、その姿勢制御などにも適応することができる。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、振動式の角速度センサは、（回転）角速度が「零」のときはコ

リオリの力が働かないため、Z軸方向成分の電荷は「零」となるはずだが、実際には製造過程に生ずる質量バランスやX、Z2方向の近似した固有振動数の関連による縮退現象などにより、振動子がX軸に対しある角度をもって振動するため、Z軸方向成分の振動が発生し、その電荷を「零」にすることが難しい。

【0005】 これを「振動のもれ」と呼んでいる。本来なら、X軸方向に平行な励振振動をさせる必要があるが、振動子に構成される励振電極配置（精度：位置、大きさ、形成量）や、素子形状（加工精度：エッチング加工、機械加工）、結晶構造、結晶欠陥（不純物他）などの製造技術的な理由による振動子質量アンバランスや、感度を良くするためX、Z軸2方向の振動周波数を近似させることによる振動系の縮退現象により、振動子の振動方向がX軸方向からずれる現象により、Z軸方向成分の振動が発生し、これが「振動のもれ」の原因となる。

【0006】 本来、X軸に沿って振動している振動子がY軸の回りに回転すると、振動子にZ軸方向に発生するコリオリの力の大きさにより角速度の大きさの検出が行えるものが、振動子の振動方向がずれるために発生する「振動のもれ」による電荷量の変動（温度依存による変動など）で、角速度検出時に振動子のZ軸方向に生じる電荷量がコリオリの力とは無関係に変化し、検出される回転角速度に誤差が生じるなどの課題がある。

【0007】

【課題を解決するための手段】 以上のような振動式角速度センサにおいて、その素子としてH型屈曲振動圧電振動子を例としたとき、「振動のもれ」といった課題を解決するのに、質量調整法を考慮する（質量を付加、質量を除去）とき、「振動のもれ」に対し、本来の正規振動に限りなく近づけるよう補正するために、振動状態に最も大きく影響するH型屈曲振動圧電振動子のアームに対し、限極性に前記のような質量調整法を用いるのは、振動子自体が極小のために難しく実質上の製造が困難である。

【0008】 本発明では、屈曲振動圧電振動子自体が極小の形状であるため、限極部分に質量調整法などの処置ができない現状の課題に対し、それを可能とするために限極した特定部分に一致して貫通穴をあけたマスク板を、屈曲振動圧電振動子表面に（励振、検出の）電極を形成した後その厚み方向（Z軸）に接着剤などで貼り合わせて一体化する。

【0009】 そして、振動状態あるいは、Z軸方向（検出電極）のもれ出力を確認しながら「振動のもれ」がなくなるまでマスク板のそれぞれの貫通穴を介し、それぞれのアームに対して、独立的に調整する質量調整法を実現する構造にしたことを特徴とする。この調整には質量を付加する蒸着法や、質量を減じるレーザトリミング法、またはドライエッチング法などを適用する。

【0010】

【実施例】以下、添付図面に従ってこの発明の実施例を説明する。なお、各図において同一の符号は同様の対象を示すものとする。図1は本発明における屈曲振動圧電振動子の代表例として音叉型屈曲振動圧電振動子を示す斜視図である。音叉型屈曲振動圧電振動子に図示されていないが励振と検出電極を備えた屈曲振動圧電振動子3の厚み方向（Z軸方向）の両側に、屈曲振動圧電振動子3の支持部1でマスク板4が接着剤2で貼り合わされ一体構造となっている。

【0011】屈曲振動圧電振動子3は厚み方向（Z軸方向）の両側に貼り合わされたマスク板4とは一定の隙間G（約0.1mm程度）を保った構造を成し、屈曲振動圧電振動子3の励振を妨げることはない。要するに、マスク板4と屈曲振動圧電振動子3の支持部1とを貼り合わせ一体とする場合に隙間Gが存在するように、マスク板4にはマスク板4の接着面8と貫通穴5のある面との厚みに段差がある形状になっている。なお、段差は屈曲振動圧電振動子側にあっても同様の構造が得られる。

【0012】本発明ではエッチング加工などで、マスク板4の接着面8と貫通穴5のある面とに段差をつけたマスク板4を用いているが、隙間Gを保つためのマスク板4の段差の代わりに、同様の厚みのスペーサを介して接着しても構わない。なお、屈曲振動圧電振動子3の厚み方向（Z軸方向）に貼り合わされたマスク板4には、屈曲振動圧電振動子3のアーム部7に位置する箇所に貫通穴5が設けられている。

【0013】このマスク板4の貫通穴5からは、図4（図4には蒸着法により質量を付加する例）に示すように、H型屈曲振動圧電振動子6とマスク板4とを隙間Gを設けて貼り合わせ一体にした状態で、H型屈曲振動圧電振動子6のアーム部7の表裏、左右にH型屈曲振動圧電振動子6の厚み方向であるZ軸方向から、H型屈曲振動圧電振動子6の励振電極と同一の金属材料を独立して蒸着することにより、H型屈曲振動圧電振動子6のアーム部7に質量がバランスするように付加する（質量調整法）ことにより、H型屈曲振動圧電振動子6の振動姿態を修正することができる。

【0014】図4に描画されるH型屈曲振動圧電振動子6の左右から、H型屈曲振動圧電振動子6と一体をなすマスク板4に穴あけられた貫通穴51、52、53から個々別々に蒸着することにより、質量バランスの調整を行うことができる。

【0015】従って、図示されていないが、H型屈曲振動圧電振動子6と一体をなすマスク板4の貫通穴5から蒸着する場合は、励振状態において「振動のもれ」に相当する電荷を検出しながらこの値が最小の「零」になるよう、各々の貫通穴5（51、52、53）は単独に区切られた雰囲気中で蒸着がなされている。なお、図3と図4から分かるように貫通穴5は、H型屈曲振動圧電振動子6に対して、左右、表裏に貫通穴があいている。

【0016】図3の平面図に示すように、マスク板4に穴あけられた貫通穴5は、H型屈曲振動圧電振動子6に質量調整法として蒸着する金属材料で質量を付加する効果を最大限に引き出すために、H型屈曲振動圧電振動子6の励振振幅が最も大きく振れるH型屈曲振動圧電振動子6のアーム部7の先端部を中心に、マスク板4に穴あけられた貫通穴5から金属材料を蒸着するが、H型屈曲振動圧電振動子6の振動姿態の全体的なバランスを考慮し、H型屈曲振動圧電振動子6のアーム部7以外にも金属材料が蒸着できるようにマスク板4には貫通穴5が穴あけられている。

【0017】前述するように、屈曲振動圧電振動子3（H型屈曲振動圧電振動子6）とマスク板4を貼り合わせるには直接接合でよいが、接着をするのであればその接着剤材料は、導電性接着剤でも非導通性の接着剤でも関係なく、接着剤の種類に関してもエポキシ系その他何を用いても構わない。

【0018】また、励振電極や質量付加に用いる金属材料は金、銀、アルミなど材料の制限はない。なお、屈曲振動圧電振動子3とマスク板4の一体構造で質量バランス付加のための金属蒸着を行った後、両者を分離せず一体構造のままに屈曲振動圧電振動子として使用するものであり、H型圧電振動子の他に、形状が音叉型圧電振動子の場合においても同様の構造が考えられる。

【0019】本実施例で前述するマスク板4の材質は、圧電素板、ガラス板、金属板などが考えられるが、屈曲振動圧電振動子に直接貼り合わせて一体にすることから、振動姿態の温度変化を考慮すると、屈曲振動圧電振動子と同一材料で同一結晶方向で加工された圧電素板を用いることが最良である。

【0020】

【発明の効果】本発明により振動子自体の結晶構造や、加工精度不良、振動の縮退現象により起こる振動姿態の不安定要素を、完全な振動姿態に修正し補正することで、振動式角速度センサの一番の弱点である「振動のもれ」対策がなされ、検出精度、感度の向上と製造歩留まりの向上が実現できた。従って、品質の向上と安定した諸特性の獲得並びに小型化の実現も行うことができた。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の屈曲振動圧電振動子とマスク板構造を示す斜視図である。

【図2】本発明の他の振動子の形態として、H型屈曲振動圧電振動子を用いた構造を示す斜視図である。

【図3】本発明で貫通穴を説明するためにH型屈曲振動圧電振動子とマスク板を組み合わせた平面図である。

【図4】本発明の質量バランスのための蒸着概念の一例を示したH型屈曲振動圧電振動子の側面図である。

【符号の説明】

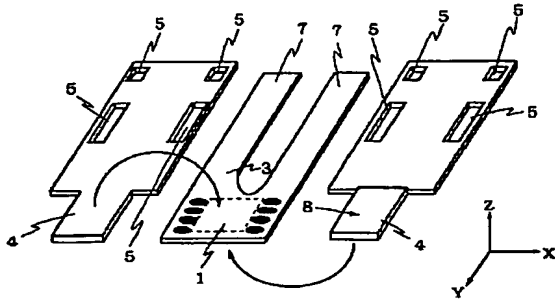
1 支持部

2 接着剤

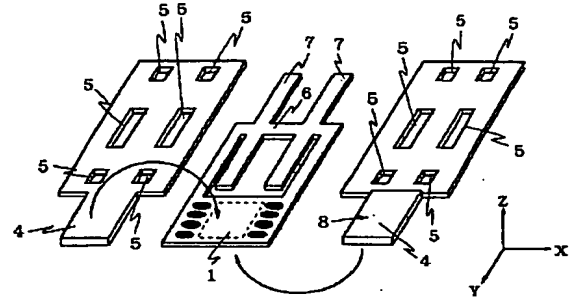
- 3 屈曲振動圧電振動子
4 マスク板
5 貫通穴

- 6 H型屈曲振動圧電振動子
7 アーム部

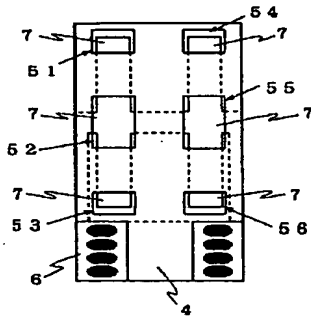
【図1】



【図2】



【図3】



【図4】

